



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106255806 B

(45)授权公告日 2019.05.31

(21)申请号 201580023883.0

(22)申请日 2015.04.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106255806 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(30)优先权数据
14167557.9 2014.05.08 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/058214 2015.04.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/169555 EN 2015.11.12

(73)专利权人 西门子股份公司
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 J·马格尔斯通

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.
F01D 9/06(2006.01)
F01D 5/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 101122243 A, 2008.02.13,
CN 101122243 A, 2008.02.13,
US 2013/0315725 A1, 2013.11.28,
US 5630700 A, 1997.05.20,
EP 1191189 A1, 2002.03.27,
US 4288201 A, 1981.09.08,

审查员 刘京

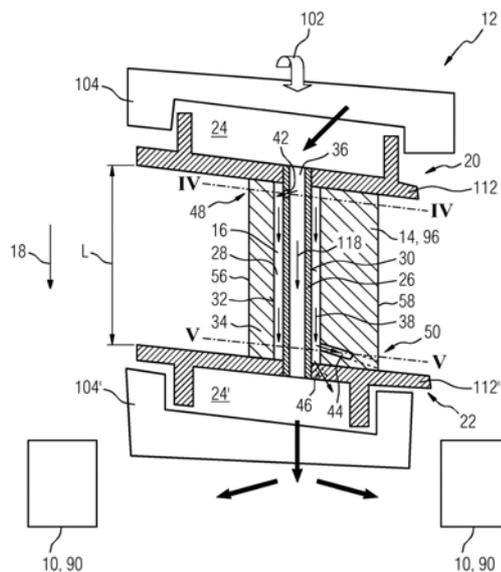
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

涡轮组件和相应的操作方法

(57)摘要

涡轮组件包括:基本中空的翼型(14),具有在翼型(12)的跨度方向(18)上跨越翼型的至少一个空腔(16);外平台(20)和内平台(22),均包括至少一个空腔(24,24'),至少一个空腔(24,24')跨越沿着翼型的空腔(16)的整个长度(L)在跨度方向(18)上延伸的至少一个跨接管(26)彼此流动连通;并且使密封的间隙(28)布置在跨接管的外表面(30)与翼型的空腔壁(34)的内表面(32)之间。还提供了一种操作涡轮组件的相应方法。



1. 一种涡轮组件(12),包括:

中空的翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g),由限定出在所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的跨度方向(18)上跨越所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的至少一个空腔(16,16b,16c)的空腔壁(34)形成,

外平台(20)和内平台(22),均包括至少一个空腔(24,24'),所述至少一个空腔(24,24')通过沿着所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的长度L在跨度方向(18)上延伸的至少一个跨接管(26,26e,26f,26g)而彼此流动连通,

间隙(28)布置在所述跨接管(26,26e,26f,26g)的外表面(30)与所述空腔壁(34)的内表面(32)之间,其特征在于,

所述跨接管具有用于冷却介质的主要部分(118)的主入口和主出口;并且

所述涡轮组件具有位于所述外平台(20)和所述内平台(22)中的一个的0.2L内处通向所述间隙(28)的至少一个入口孔(42),和位于所述外平台(20)和所述内平台(22)中的另一个的0.2L内处的至少一个出口孔(44,46),用于使所述冷却介质的部分(36)通过所述间隙(28);

其中所述跨接管仅在所述外平台(20)和所述内平台(22)之一或两者的0.2L内具有孔。

2. 根据权利要求1所述的涡轮组件,其中所述间隙(28)到处围绕所述跨接管(26,26e,26f,26g)的外轮廓(40)延伸并且沿着所述间隙(28)在跨度方向(18)上流动的所述冷却介质的所述部分(36)为所述跨接管(26,26e,26f,26g)提供了隔热,以防止所述跨接管(26,26e,26f,26g)与所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的所述空腔壁(34)之间的热传递。

3. 根据权利要求1所述的涡轮组件,其中所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的跨度的长度L的至少80%被所述冷却介质行进过。

4. 根据权利要求3所述的涡轮组件,其中所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的跨度的长度L的至少90%被所述冷却介质行进过。

5. 根据权利要求4所述的涡轮组件,其中所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的跨度的长度L的至少95%被所述冷却介质行进过。

6. 根据权利要求1-5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述跨接管(26,26e,26f,26g)布置在所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)的所述空腔(16,16b,16c)中,所述间隙(28)全部围绕所述跨接管(26,26e,26f,26g)的外轮廓(40)延伸。

7. 根据权利要求1-5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述至少一个入口孔(42)形成在所述跨接管(26,26e,26f,26g)或平台(20,22)中的任一个或多个中,并且所述至少一个出口孔(44,46)形成在所述空腔壁(34)或平台(20,22)中的任一个或多个中。

8. 根据权利要求1至5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述至少一个入口孔(42,42')和所述空腔壁(34)的所述至少一个出口孔(44,44')和/或所述内平台(22)的所述至少一个出口孔(46)被以如下方式定向:使得所述冷却介质以不同方向进入所述间隙(28)并离开所述间隙(28)。

9. 根据权利要求1至5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述至少一个入口孔(42)和/或所述至少一个出口孔(44,46)位于它们相应的内或外平台(20,22)的0.1L内。

10. 根据权利要求1至5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述至少一个入口孔(42)和/

或所述至少一个出口孔(44,46)位于它们相应的内或外平台(20,22)的0.05L内。

11. 根据权利要求1至5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述至少一个入口孔(42)和/或所述至少一个出口孔(44,46)至少部分地在从所述主入口到所述主出口的方向上成角度。

12. 根据权利要求1至5中的任一项所述的涡轮组件,其中所述翼型(14,14a,14b,14c,14d,14f,14g)是包括涡轮机叶片、涡轮导叶和喷嘴导向导叶(96)的组中的任一个。

13. 一种操作涡轮组件的方法,所述涡轮组件是根据权利要求1至12中的任一项所述的,其中所述方法包括如下步骤:

将达20%的所述冷却介质引导通过所述至少一个入口孔(42)并进入所述间隙(28)内。

14. 根据权利要求13所述的操作涡轮组件的方法,其中所述方法包括如下步骤:

将5%与10%之间的所述冷却介质引导通过所述至少一个入口孔(42)并进入所述间隙(28)内。

15. 根据权利要求13至14中的任一项所述的操作涡轮组件的方法,其中所述方法包括如下步骤:

将至少80%的所述冷却介质引导通过所述跨接管(26,26e,26f,26g)。

16. 根据权利要求13至14中的任一项所述的操作涡轮组件的方法,其中所述方法包括如下步骤:

将所述冷却介质的所述部分(36)在所述翼型和/或平台的外表面(37,39,43)上排出。

17. 根据权利要求13至14中的任一项所述的操作涡轮组件的方法,其中所述方法包括如下步骤:

将所述冷却介质的所述部分(36)排出到所述外平台(20)或内平台(22)的平台空腔(24,24')内。

涡轮组件和相应的操作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用冷却介质冷却涡轮组件的至少一部分的方法。本发明进一步涉及一种诸如涡轮机转子叶片和定子导叶等的翼形状涡轮组件,和用在这样的组成部件中以帮助冷却和密封系统的跨接管(jumper tube)。

背景技术

[0002] 现代的涡轮机经常在极高的温度下操作。温度对涡轮机叶片、定子导叶和周围组成部件的影响可能对涡轮机的高效操作是有害的,并且在极端情况下可能会导致这样的组成部件的变形和可能的故障。为了克服该风险,高温涡轮机可以包括中空叶片或导叶,中空叶片或导叶结合有所谓的跨接管,以通过使冷却和密封流动内的热拾取最小化来帮助这些冷却和密封流动系统,这可能对于翼型组件的盘区域尤其关键。

[0003] 这些所谓的跨接管是在叶片或导叶内径向走向的中空管。空气被迫进入并沿着这些管。设计意图是使流动在通过管时的热拾取最小化。为了防止从跨接管到翼型的热传递,跨接管布置有关于翼型空腔壁的空气间隙。空气间隙创建了相对低的热导率的隔热层。跨空气间隙的热传递很大程度上是通过辐射。

[0004] 通过使高流动速率通过跨接管操作,该设计工作得非常好。然而,通过跨接管的低流动速率出现了问题,引起冷却流的高的热拾取。当该温度上升变得过大时,可能会显著地影响盘冷却系统的整体性,并要求过量的冷却来补偿。

[0005] 本发明的第一目的是提供一种用于利用冷却介质冷却涡轮组件的至少一部分(尤其是盘区域)的方法,利用该方法可以减轻上述缺点,并且尤其是有助于空气动力更加高效的翼型和燃气涡轮机组成部件。

[0006] 本发明的第二目的是提供一种诸如涡轮机转子叶片和定子导叶等的有利的翼形状涡轮组件。本发明的第三目的是提供一种出于冷却的目的而用在这样的组件中的有利的跨接管。

发明内容

[0007] 因此,本发明提供了一种用于利用冷却介质冷却涡轮组件的至少一部分、尤其是盘区域的方法,其中涡轮组件包括:基本中空翼型,具有在翼型的跨度方向上跨越翼型的至少一个空腔;外平台和内平台,均包括至少一个空腔,至少一个空腔跨越沿着翼型的空腔的整个长度在跨度方向上延伸的至少一个跨接管彼此流动连通;并且使基本密封的间隙布置在跨接管的外表面与翼型的空腔壁的内表面之间。

[0008] 提供的是,冷却介质的一部分直接邻近于外平台离开跨接管并进入跨接管和翼型的空腔壁之间的间隙,其中冷却介质沿着间隙在跨度方向上基本不受妨碍且直线地行进并且其中冷却介质直接邻近于内平台和/或在内平台处离开间隙。

[0009] 归因于发明方法,与跨接管的标准设计(尤其是低跨接管流动速率)相比,过度热拾取可以被避免。发明是对标准设计做出的简单修改,因此节省成本和构造努力。此外,可

以容易地将现有设计改型。虽然一些冷却流动用来缓冲空气间隙空腔,但是当用来补偿通过跨接管的过度流动时,量仅是降低标准设计的热拾取所要求的量的部分。

[0010] 即使在权利要求和说明书中以单数或具体数字的形式使用了像翼型、平台、空腔、跨接管、间隙、壁段或孔这样的术语,但专利(申请)的范围不应当限于单数或具体数字的形式。具有布置一个或多个上述结构也应当处于发明的范围中。

[0011] 涡轮组件旨在是指设置用于涡轮发动机(如燃气涡轮机)的组件,其中组件拥有至少一个翼型。优选地,涡轮组件具有涡轮机叶轮和有着周向布置的翼型和布置在翼型(包括多个)的相对端部处的外、内平台的涡轮机级联(cascade)。涡轮组件的待冷却的部分可以是在径向方向上布置在翼型与涡轮发动机的轴线之间的任何部分并且优选为盘。在涡轮机叶轮的情况中,若干翼型通过盘相互连接。这样的盘和周围的盘区域旨在由涡轮组件冷却。

[0012] 在涡轮机叶轮的情况中,盘区域由涡轮机叶轮的翼型冷却。在涡轮机级联的情况中,布置在涡轮机叶轮上游和下游的盘区域进而被冷却,其中术语上游和下游是指通过涡轮发动机的空气流动和/或工作气体流动的流动方向。因此,涡轮组件可以包括具有平台的两个翼型,其中翼型在工作气体的流动方向上一个接一个地布置,一个是涡轮机级联(涡轮导叶)的翼型并且另一个是涡轮机叶轮(涡轮机叶片)的翼型。

[0013] 在该上下文中,“基本中空的翼型”是指具有壳体的翼型,其中壳体围住至少一个空腔。将翼型中的不同空腔相互分开并且例如在翼型的跨度方向上延伸的结构(例如裂口)不妨碍“基本中空的翼型”的限定。优选地,翼型是中空的。特别地,在以下描述中称作翼型的基本中空的翼型具有两个冷却区域,在翼型的前缘的跨接管冷却区域和在后缘的现有技术水平的销-翅/基座冷却区域。这些区域可以通过裂口(rip)相互分开。

[0014] 各平台优选均包括基本垂直于翼型的跨度方向布置的至少一个壁段,其中平台的壁段布置在翼型的相反端部处并且朝向彼此基本平行。壁段旨在是指涡轮组件的限定空腔的至少一部分并且特别是翼型的空腔的至少一部分的区域。此外,壁段包括提供对翼型的空腔的访问的孔并且可以部分地覆盖该空腔。此外,插入的跨接管可以在跨度方向上至少跨越孔的一部分。

[0015] 在壁段的布置的范围中,如“基本垂直”于跨度方向也应当处于壁段关于跨度方向的大约 30° 发散内。优选地,壁段垂直于跨度方向布置。此外,“基本平行的布置”旨在是指壁段的布置关于彼此的从其严格平行的布置发散大约 30° 。翼型的跨度方向被限定为基本垂直于(优选垂直于)从翼型的前缘到后缘的方向延伸的方向。

[0016] 在该上下文中平台的空腔旨在是指至少两个、优选四个侧边包围成的空间,该空间在从平台或其壁段在至少一个径向侧边处径向地围成。相对的径向侧边可以例如由壳体限制,如涡轮发动机的安装涡轮组件的壳体。通过侧壁、壳体中或它们之间的狭槽或孔的流动连通不应当妨碍包围或围住的含义。

[0017] 在该上下文中跨接管旨在是指中空结构(如管状管),其首要功能是连接平台的空腔和桥接翼型的跨度,以为冷却介质提供以最小热拾取流动的通道。虽然不是其最初功能,但它可以用来提供翼型自身的冷却。因此,跨接管不是冲击管,冲击管的首要功能是通过离开多个孔并冲击在空腔壁上的冷却介质的喷射来冷却容纳冲击管的翼型的空腔的壁。

[0018] 与冲击管相比,跨接管具有或者很可能具有以下方面:

[0019] -通过跨接管的端部进入跨接管的空气部分更大。然而,所流过的流动会显著地取

决于系统要求而变化。

[0020] -在跨接管的表面(壁)中的总孔/开口面积较小。

[0021] -在跨接管端部的截面显著地大于在表面(壁)中的孔/开口面积。通过特定地设计入口和出口面积可以使得压力下降最小化。

[0022] -较低或最小数量的孔/开口。

[0023] -孔/开口的位置是不同的,基本上、不均匀地沿着跨接管的跨度长度和/或轮廓/圆周分布。

[0024] -管与翼型壁之间很可能是较大距离。

[0025] -不遵循翼型的轮廓,跨接管与翼型空腔壁之间不大可能是相当恒定的间隙。

[0026] -独立于翼型轮廓(即,圆形)的轮廓。

[0027] -冷却介质将会以与进入时相比与燃气涡轮发动机的中心线/轴线有关的较小半径离开跨接管。换言之,由冷却空气行进过的跨度长度较大。

[0028] “基本密封的间隙”旨在是指至少90%、优选至少95%并且最优选至少98%的空间关于其环境被密封。因此,允许与间隙周围的环境流动连通的孔或狭槽不应当妨碍密封的间隙的限定。间隙至少由跨接管的外表面与翼型的空腔壁的内表面包围并且优选向上由平台的壁段的部分包围。

[0029] 离开跨接管的冷却介质的部分是从外平台的空腔进入跨接管的冷却介质的小部分和/或小于10%。在间隙中行进过的冷却介质的目的是使辐射热传递或者更确切地说热通量排走。所需要的进入间隙并在间隙中行进过的冷却介质的量例如取决于翼型和/或跨接管的所使用的方法。因此,热通量可以例如发生在两个金属表面、或金属与陶瓷表面之间。在陶瓷表面的情况中,陶瓷的低热导率将会显著地降低对吹扫流动的需要并且将例如小于2%。因此,间隙提供了用于冷却介质关于沿着跨接管的主冷却流动的旁通。冷却介质的主流动用于盘区域和周围区域的冷却。

[0030] 短语“直接邻近”应当理解为在紧密靠近和/或通过跨接管离开理解为“在间隙的径向开始处”和通过内平台或在内平台处从间隙离开理解为“在间隙的径向结束处”。此外,离开分别直接邻近于外、内平台的壁段发生。此外,冷却介质的流动离开间隙进入气体路径并且特别是远离待冷却的盘。

[0031] 在该上下文中“基本不受妨碍且直线的”应当理解为在径向方向上不受干扰或直线向前、和/或不创建不必要和/或充沛的压力降,其中冷却介质围绕跨接管(即在周向方向上)的流动和/或例如由于与间隙的壁的碰撞或壁的不规则性引起的小湍流不应妨碍实施解释为不受妨碍且直线的。

[0032] 有利地,翼型包括单个空腔。但是发明也可以被实施用于包括两个或更多空腔的翼型,例如它们中的每一个容纳至少一个跨接管和/或是作为翅-销/基座冷却区域的一部分的空腔。

[0033] 优选地,沿着间隙在跨度方向上流动的冷却介质的冷却流动为跨接管提供了隔热,以防止跨接管与翼型的空腔壁之间的热传递。因此,通过使用冷却空气的缓冲层来有效地屏蔽跨接管,可以使跨接管流动的热拾取最小化。跨接管流动的温度上升可以通过改变通过缓冲空腔的流动的量来调节。

[0034] 在进一步的有利实施例中,间隙的跨度长度的至少80%、优选至少90%并且最优

选至少95%由冷却介质行进过。这确保了翼型或其壳体与跨接管的适当隔热。翼型的金属温度可以沿着跨度长度而变化,并且温度越高隔热效果越重要。因此,优选沿整个跨度长度的适当的隔热效果将是最有益的。

[0035] 有利地,跨接管以如下方式布置在翼型的空腔中:使得冷却介质在全部围绕跨接管的外轮廓的间隙中不受妨碍地流动。换言之,间隙围绕跨接管、优选地通过沿着跨接管的圆周的圆形管延伸。因此,跨接管与空腔壁的表面接触被防止,使到翼型的热传递最小化。跨接管可以与空腔轴线同轴布置或者可以关于轴线偏心地布置。换言之,只要超过最小距离,翼型壁与跨接管之间的距离不必围绕其周向相等。

[0036] 在有利的实施例中,冷却介质通过跨接管中的至少一个孔进入间隙,提供了容易的离开。此外,冷却介质通过翼型的空腔壁中的至少一个孔和/或通过内平台中的至少一个孔离开间隙。结果,排放的冷却介质可以引导远离待由通过跨接管的主冷却流动冷却的盘区域。

[0037] 根据发明的进一步的实施,跨接管的至少一个孔和空腔壁和/或内平台的至少一个孔被以如下方式定向:使得冷却介质以不同方向进入间隙并离开间隙。这确保了冷却介质的流动在跨度方向上流动以及围绕跨接管或具体在间隙的周向方向上流动。

[0038] 当跨接管的至少一个孔、与空腔壁和/或内平台的至少一个孔的定向相互相反时,可以提供冷却介质在间隙中的均质分布。

[0039] 本发明进一步涉及一种以执行发明的方法的方式实施的涡轮组件。

[0040] 因此,一种涡轮组件,包括:基本中空的翼型,具有在翼型的跨度方向上跨越翼型的至少一个空腔;外平台和内平台,均优选地包括基本垂直于跨度方向布置并且在翼型的相反端部处的至少一个壁段,并且其中外平台和内平台均包括跨越沿着翼型的空腔的整个长度在跨度方向上延伸的至少一个跨接管而彼此流动连通的至少一个空腔,并且基本密封的间隙被布置在跨接管的外表面与翼型的空腔壁的内表面之间。

[0041] 提供的是,跨接管包括直接邻近于外平台、优选直接邻近于外平台的壁段布置的至少一个孔,以允许冷却介质的一部分到跨接管与翼型的空腔壁之间的间隙内的访问,并且其中翼型和/或内平台、优选内平台的壁段的空腔壁包括直接邻近于内平台布置和/或在内平台中布置的至少一个孔,优选地翼型的空腔壁的孔直接邻近于内平台的壁段和/或在内平台的壁段中,以允许冷却介质从跨接管与翼型的空腔壁之间的间隙离开,并且其中跨接管在跨度方向上没有开口,以允许冷却介质沿着间隙在跨度方向上基本不受妨碍且直线的流动,和/或跨接管从跨接管的孔的水平轴线到外平台处的孔和/或外平台中的孔、优选在内平台的壁段中的孔和/或在翼型的空腔壁中的孔在跨度方向上没有孔。

[0042] 归因于发明的原因,与跨接管的标准设计(尤其是低跨接管流动速率)相比,过度热拾取可以避免。发明是对标准设计的简单修改,因此节省了成本和构造努力。此外,可以容易地将现有设计改型。虽然一些冷却流动被用来缓冲空气间隙空腔,但是当用来补偿通过跨接管的过度流动时,量仅是降低标准设计的热拾取所要求的量的部分。

[0043] 在发明的优选实施例中,跨接管与翼型的空腔壁之间的间隙是用于冷却介质在跨度方向上的冷却流动的缓冲空腔,在跨接管与翼型的空腔壁之间提供了隔热体。因此,可以有利地使跨接管与翼型之间的热传递最小化。

[0044] 有益地,布置在跨接管的外表面与涡轮组件的翼型的空腔壁的内表面之间的间隙

全部围绕跨接管的外轮廓(优选周向)延伸。因此,跨接管与空腔壁的表面接触被防止,使到翼型的热传递最小化。

[0045] 为了使冷却介质沿着间隙在跨度方向上的无妨碍且直线的流动的干扰最小化,翼型的空腔壁沿着间隙的整个跨度长度在跨度方向上没有孔。换言之,翼型的空腔壁从在外平台处的外平台开始(优选从外平台的壁段)到在内平台处和/或内平台结束没有孔。自然,冷却流动离开间隙所通过的孔是例外。

[0046] 根据本发明的进一步实施例,跨接管包括在间隙的径向开始处(优选直接邻近于外平台。例如直接邻近于外平台的壁段)在冷却介质的流动方向上布置的多个孔。作为结果,冷却介质在若干位置处进入间隙,使得冷却介质在跨度方向上的隔热效果最大化。有利地,这些孔基本布置在跨接管的相同水平高度上,减少了间隙中的可能的湍流。

[0047] 此外,多个孔在冷却介质的流动方向上布置在间隙的径向端部处(优选地在内平台中和/或内平台处),并且尤其是在翼型的空腔壁中和/或直接邻近于内平台和/或在内平台的壁段中。这防止了冷却介质的背压并允许快速离开。优选地,这些孔基本分别布置在相同水平高度上,优选地分别在翼型和/或直接邻近于内平台的空腔壁、或内平台壁段的空腔壁的不同周向位置处的流动改变。

[0048] 在该上下文中“基本在相同水平高度上”应当理解为布置在垂直于跨度方向和/或平行于平台的壁段延伸的轴线上。此外,应当以如下方式理解:使得一个孔或一组孔在它/它们的径向位置上与关于一个孔的径向延伸最大的另一孔或一组孔不同。孔优选地分别沿着跨接管的对立面(counter)、或具体地圆周或翼型壁等间隔地分开,造成较小的压力波动。优选地,间隙的两个端部上的孔的数量是相同的。

[0049] 在发明的进一步实施中,提供的是,跨接管的孔和在内平台处和/或内平台中的、优选在翼型的空腔壁中和/或在内平台的侧壁中的孔将冷却介质的冷却流动在不同的方向上引导。这确保了冷却介质的流动在跨度方向上以及围绕跨接管或具体在间隙的周向方向上流动。

[0050] 翼型包括吸引侧和压力侧,并且其中在外平台处的孔和/或跨接管中的孔将冷却介质的冷却流动在吸引侧的方向上引导,和/或其中在内平台处和/或内平台中的空腔壁、优选在翼型的空腔壁中和/或在内平台的壁段中的孔将冷却介质的冷却流动在压力侧的方向上引导。结果,冷却介质在压力侧离开翼型。归因于此,冷却流动将在翼型的将出现最高热传递的位置处离开。这是由所谓的二次动效应引起的,在该效应中,在邻近的翼型之间通过的主气体流动也转动、沿着一个翼型的壁运动到相对的翼型。此外,由于在压力侧的翼型表面具有较大区域,所以能够以较小的空气动力损失丢弃该流动。进而,必须在喉部区域之前朝向前缘丢弃吸引侧流动。

[0051] 当跨接管的孔和在内平台处和/或内平台中的空腔壁、优选在翼型的空腔壁中和/或在内平台的壁段中的孔具有圆形形状时,可以容易地制造孔。通常,孔可以具有对于本领域技术人员来说适合的任何形状,像三角形、矩形或椭圆形。

[0052] 如以上所陈述的,翼型包括前缘和后缘。当跨接管布置在前缘附近时,可以提供用于盘区域的冷却的充分的冷却介质流动。因为与翼型的其他区域相比,前缘具有相对大的截面,所以可以在跨接管中提供低的压力降。这造成冷却介质在跨接管上行进的低速度。此外,低速度在跨接管内侧创建了低的对流热传递,有助于使热拾取最小化。

[0053] 在进一步的有利实施例中,翼型是涡轮机叶片,并且尤其是喷嘴导向导叶。

[0054] 本发明进一步提供了一种在一端具有至少一个孔的跨接管,其中跨接管的尺寸以如下方式选择:使得当安装在翼型的空腔中时,该孔分别直接邻近于外平台或其壁段或靠近外平台或其壁段定位。

[0055] 本发明的上述特性、特征和优点以及实施它们的方式结合以下与附图有关地说明的示例性实施例的描述是清楚的并且被清楚地理解。

附图说明

[0056] 将参照以下附图描述本发明,其中:

[0057] 图1:示出包括若干发明的涡轮组件的燃气涡轮发动机的示意截面图,

[0058] 图2:示出具有被插入到图1的燃气涡轮发动机的翼型内的跨接管的涡轮组件的立体图,

[0059] 图3:示出沿着图2中的线III-III穿过涡轮组件的截面,

[0060] 图4:示出描绘了来自图2的跨接管中的孔的沿着图3中的线IV-IV的截面,

[0061] 图5:示出描绘了来自图2的涡轮组件的翼型的空腔壁中的孔的沿着图3中的线V-V的截面,

[0062] 图6:示意性地示出来自图4的跨接管中的孔的可选定向,

[0063] 图7:示意性地示出可选翼型的空腔壁中的孔的可选定向,

[0064] 图8:示意性地示出具有来自图4的跨接管可选地实施的翼型,具有在第一定向上的椭圆形空腔,

[0065] 图9:示意性地示出具有来自图4的跨接管的可选地实施的翼型,具有在第二定向上的椭圆形空腔,

[0066] 图10:示意性地示出来自图8的翼型,具有被布置在椭圆形空腔中的两个来自图4的跨接管,

[0067] 图11:示意性地示出可选地实施的翼型,具有来自图9的在第二定向上的两个椭圆形空腔,在各椭圆形空腔中布置有来自图4的跨接管,

[0068] 图12:示意性地示出在第一定向上的可选地实施的跨接管,

[0069] 图13:示意性地示出来自图12的在第二定向上的跨接管,

[0070] 图14:示意性地示出可选地实施的具有四个出口孔的翼型和具有四个孔的可选跨接管,和

[0071] 图15:示意性地示出可选地实施的具有四个出口孔的翼型和具有四个孔的可选跨接管。

具体实施方式

[0072] 在本描述中,为了简单起见将仅对导叶进行参考,但应当理解的是,发明可应用于涡轮发动机的叶片和导叶两者。术语上游和下游是指通过发动机60的空气流动和/或工作气体流动的流动方向,除非另有说明。如果使用,则术语轴向、径向和周向是参照发动机60的转动轴线70进行的。

[0073] 图1以截面图示出了燃气涡轮发动机60的示例。燃气涡轮发动机60按流动序列包

括入口62、压气机部64、燃烧装置部66和涡轮机部68,它们总体上按流动序列布置并且大体上在纵向或转动轴线70的方向上布置。燃气涡轮发动机60进一步包括轴72,该轴72可绕转动轴线70转动并且纵向地延伸穿过燃气涡轮发动机60。轴72将涡轮机部68驱动地连接地压气机部64。

[0074] 在燃气涡轮发动机60的操作中,通过空气入口62吸入的空气74由压气机部64压缩并输送至燃烧装置部或燃烧器部66。燃烧器部66包括燃烧器增压室76、由双壁筒80限定的包括多个燃烧室78和固定至各燃烧室78的至少一个燃烧器82。燃烧室78和燃烧器82位于燃烧器增压室76内。通过压气机部64的压缩空气进入扩散器84并从扩散器84排放到燃烧器增压室76中,空气的一部分从那里进入燃烧器82并与气体或液体燃料混合。空气/燃料混合物接着被燃烧并且来自燃烧的燃烧气体86或工作气体经由过渡管道88被沿通道引导至涡轮机部68。

[0075] 涡轮机部68包括附接至轴72的多个叶片承载盘90或涡轮机叶轮。在本示例中,涡轮机部68包括两个盘90,各盘90承载着涡轮组件12的环形阵列,该涡轮组件12均包括实施为涡轮机叶片的翼型14。然而,叶片承载盘90的数量可以是不同的,即,仅一个盘90或多于两个的盘90。另外,涡轮机级联92布置在涡轮机叶片之间。各涡轮机级联92承载着涡轮组件12的环形阵列,该涡轮组件12均包括呈固定至燃气涡轮发动机60的定子94上的导向导叶形式的翼型14。在燃烧室78的出口与居前的涡轮机叶片入口之间设置了导向导叶或喷嘴导向导叶96。

[0076] 来自燃烧室78的燃烧气体86进入涡轮机部58并驱动涡轮机叶片,该涡轮机叶片进而使轴72转动。导向导叶96用于使燃烧或工作气体86到涡轮机叶片上的角度优化。压气机部64包括导向导叶级98和转子叶片级100的轴向系列,导向导叶级98和转子叶片级100分别具有包括翼型14、或涡轮机叶片或导叶96的涡轮组件12。在围绕涡轮组件12的周向方向102上,涡轮发动机60包括固定的壳体104。

[0077] 图2以立体图示出了燃气涡轮发动机60的涡轮组件12。涡轮组件12包括实施为喷嘴导向导叶96的基本中空的翼型14,具有两个冷却区域,具体是跨接管冷却区域106和翅-销/基座冷却区域108。前者位于翼型14的前缘56,而后者位于翼型14的后缘58。在翼型14的相对端部110、110'处,布置了外平台20和内平台22。外平台20和内平台22两者均包括基本垂直于翼型14的跨度方向18定向的壁段112、112'。各壁段112、112'具有提供了对翼型14访问的插入孔114(在图3中仅可以看到壁段112的插入孔)。在未示出的涡轮机叶轮的周向方向102上,可以布置若干翼型14,其中所有翼型14在那里通过外平台20和内平台22相互连接。

[0078] 翼型14的壳体116包括或形成了在跨度方向18上跨越翼型14的空腔16,其中空腔16位于前缘56的区域中。出于冷却的目的,跨接管26经由插入孔114被插入空腔16内侧。

[0079] 如可以在示出了沿着图2中的线III-III的涡轮组件12的截面的图3中看到,外平台20和内平台22均包括至少一个空腔24、24'。该空腔24、24'在外平台20的壁段112与燃气涡轮发动机60的外壳体104之间延伸或者在内平台22的壁段112'与燃气涡轮发动机60的内壳体104'之间延伸。此外,空腔24、24'跨越跨接管26彼此流动连通。

[0080] 跨接管26沿着翼型14的整个长度L在跨度方向18上延伸并且在该示例中穿过外平台20的壁段112'和内平台22的壁段112'。长度L从外平台20或外表面37到内平台22的外表

面39。此外,在涡轮组件12的操作期间,跨接管26为从外平台20的空腔24到内平台22的空腔24'的冷却介质(如空气74)的部分36的流动提供流动路径,在那里冷却介质离开进入气体路径以冷却邻近布置的涡轮机叶片(未详细示出)的盘区域中的翼型组件的一部分10(如盘90)。

[0081] 跨接管26以如下方式布置在翼型14的空腔16中:使得基本密封的间隙28布置在跨接管26的外表面30与翼型14的空腔壁34的内表面32之间。间隙28全部围绕跨接管26的外轮廓40延伸或在周向方向102上延伸(还参见图4和5)。因此,冷却介质在全部围绕跨接管26的外轮廓40的间隙28中不受妨碍地流动。

[0082] 跨接管具有用于冷却介质的主要部分118流过的主入口和主出口。跨接管具有位于外平台20和内平台22中的一个的 $0.2L$ (即长度 L 的20%)内处的至少一个入口孔42。入口孔42被限定在平台20、22的壁段112、112'中并且将空腔24、24'直接连接至间隙28。涡轮组件可以具有在跨接管中的或者在平台中的入口孔(包括多个);可选地,在跨接管和平台中两者中可以有至少两个入口孔。

[0083] 涡轮组件进一步具有位于外平台20和内平台22中的另一个的 $0.2L$ (即长度 L 的20%)内处的至少一个出口孔44、46,用于使冷却介质的部分36通过间隙28。特别地,入口孔42和/或至少一个出口孔44、46位于它们相应的外平台20或和内平台22的 $0.1L$ 内处。翼型与平台之间的交叉点可能特别热,并且因此入口孔42和/或至少一个出口孔44、46可以布置定位在它们相应的外平台20或和内平台22的 $0.05L$ 内处,使得给间隙充分地通风并且使通过跨接管的主流动很好地隔热。

[0084] 为了防止冷却流动的部分在间隙中的滞留区,至少一个入口孔42和/或至少一个出口孔44、46在从主入口到主出口的方向上成角度。

[0085] 应当理解的是,入口孔(包括多个)42和出口孔(包括多个)44、46应当位于存在用以驱动冷却介质的部分36通过间隙28的正压力的位置处。

[0086] 跨接管26包括在冷却介质的流动方向上布置在间隙28的径向开始48处的或直接邻近于外平台20的壁段112的孔42。这允许了冷却介质的部分36访问进入间隙28内。此外,为了允许冷却介质从间隙28离开,翼型14的空腔壁34包括在冷却介质的流动方向上布置在间隙28的径向结束50处的或直接邻近于内平台22或内平台22的壁段112'的孔44。跨接管26的孔42和空腔壁34中的孔44具有圆形形状(未详细示出)。

[0087] 可选地或附加地,内平台22的壁段112'可以包括孔46,其在图3中用虚线示出。

[0088] 从孔42的径向内端部(或孔42的水平轴线)到孔44的径向外端部,跨接管26没有其它的孔,以允许冷却介质沿着间隙28在跨度方向18的基本不受妨碍且直线的流动。

[0089] 跨接管26的孔42的定位可以在示出了沿着图3中的线IV-IV的截面的图4中看到。孔42将冷却介质的冷却流动在翼型14的吸引侧52的方向上引导。此外,空腔壁34中的孔44的定位可以在示出了沿着图3中的线V-V的截面的图5中看到。空腔壁34中的孔44将冷却介质的冷却流动在翼型14的压力侧54的方向上引导。因此,跨接管26的孔42和空腔壁34的孔44将冷却介质的冷却流动在不同方向上引导。

[0090] 将在以下文本中针对图3来说明用于利用冷却介质冷却涡轮组件12的一部分10、特别是盘90的方法。

[0091] 冷却介质从外平台20的空腔24流到跨接管26内。冷却介质的部分36通过孔42离开

跨接管26,并在间隙28的径向开始48处或邻近于外平台20的壁段112进入间隙28。在间隙28内侧,冷却介质沿着间隙28在跨度方向18上基本不受妨碍且直线地行进。归因于间隙28的围绕跨接管26的周向延伸,冷却介质还沿着间隙28在周向方向102上分布。然而,总体方向仍然是从外平台20在朝向内平台22的方向上沿跨度方向18的流动。在间隙28的径向端部50处或邻近内平台22处,冷却介质通过翼型14的空腔壁34中的孔44离开间隙28,以排出到燃气涡轮发动机60的流动介质的流动路径内。

[0092] 沿着间隙28在跨度方向18上建立的冷却介质的冷却流动36为跨接管26提供了隔热,以防止跨接管26与翼型14的空腔壁34之间的热传递。优选地,跨接管26的孔42和翼型14的空腔壁34的孔44以如下方式定位:使得间隙28的跨度长度L的至少80%、优选至少90%并且最优选至少95%被冷却介质行进过。

[0093] 冷却介质的主要部分118沿着翼型14的整个跨度在跨接管26的内部行进,并且离开到内平台22的空腔24'中。从那里它被以如下方式排出:使得它冷却邻近的涡轮机叶轮的在上游和下游布置的盘90中的盘90。

[0094] 因此,操作涡轮组件的方法包括将作为进入主入口的冷却流体的总量的冷却介质的达20%(为进入主入口的冷却流体的总量的)引导通过至少一个入口孔42并进入间隙28中的步骤。然而,在大多数操作环境中,入口孔42的大小将被做成并且被布置成允许冷却介质的5%与10%之间的量通过至少一个入口孔42并进入间隙28中。因此,冷却介质的至少80%被引导通过跨接管,即图3中的箭头118,但是使冷却介质的90%至95%通过跨接管是优选的。

[0095] 方法可以包括将冷却介质的部分36在翼型的外表面43和/或平台(包括多个)112、112'的外表面37、39上面排出的步骤。这里,冷却介质的部分36可以在外表面上形成冷却膜以附加地冷却气体流动路径的特别热的区域。此外,冷却介质的部分36的能量中的一些可以返回到工作气体流动中。

[0096] 方法可以进一步包括将冷却介质的部分36排出到外平台20或内平台22的平台空腔24、24'中的步骤。将部分36排出到空腔24、24'中可以单独完成或与将部分36在翼型和/或平台37、39的外表面上排出结合地完成。

[0097] 在图6至图15中,示出了孔42、44的定向和翼型空腔34以及跨接管26的形状的可选实施例。保持相同的组成部件、特征和功能原则上基本上由相同的附图标记表示。然而,为了在实施例之间进行区分,在图5中的实施例的不同附图标记上添加了字母“a”至“g”。以下描述基本上限于与图1至5中的实施例的不同之处,其中对于保持相同的组成部件、特征和功能来说,可以参考对图1至图5中的实施例的描述。

[0098] 图6以合并视图示出了来自图1至5的跨接管26中的孔42和翼型14的空腔壁34中的孔44的截面位置。在该图和相应的下图中,该合并视图示出了在不代表各自翼型的实际平面的虚拟平面中沿着图3的线IV-IV和V-V的截面。来自图6的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,两个孔42、44都朝向翼型14的压力侧54定向。跨接管26可以与图1至图5中示出的相同,但在其位置上旋转。

[0099] 图7以合并视图示出了跨接管26中的孔42和可选地实施的翼型14a的空腔壁34中的孔44的截面位置。来自图7的实施例相对于根据图1至5的实施例的不同之处在于,两个孔42、44都朝向翼型14a的吸引侧52定向。

[0100] 图6和图7中所示的孔42、44的示例性实施例将孔42、44描绘为朝向彼此稍微偏置。然而,如果孔42、44彼此大致背离开(未详细示出)而不是如图所示的几乎对齐,则通风效果会更好。孔42、44的例如大约 45° (未详细示出)的错位有益于增强间隙28中的流动循环,创建了更均匀的温度分布。

[0101] 图8和图9示出了与图4中的截面类似地描绘的第二可选翼型14b和第三可选翼型14c的截面,其中来自图1至图5的跨接管26被定位在翼型14b、14c中。来自图8和图9的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,翼型14b、14c的空腔16b、16c具有椭圆形形状。根据图8中的实施例,空腔16b被定向为使其较长延伸120垂直于从翼型14b的吸引侧52到压力侧54的方向。而根据图9中的实施例,空腔16c被定向为使其较长延伸120平行于从翼型14c的吸引侧52到压力侧54的方向。

[0102] 图10示出了与图4中的截面类似地描绘的来自图8的翼型14b的截面。来自图10的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,来自图1至图5的两个跨接管26被定位在翼型14b中。

[0103] 图11示出了与图4中的截面类似地描绘的第四可选翼型14d的截面。来自图11的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,翼型14d包括来自图9的两个椭圆形空腔16c,其中在各空腔16c中定位有来自图1至5的跨接管26。

[0104] 图12和13示出了与图4中的截面类似地描绘的可选跨接管26e的截面,其中跨接管26e被定位在来自图1至图5的翼型14中。来自图12和13的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,跨接管26e具有椭圆形形状。根据图12中的实施例,跨接管26e被定向为使其较长延伸120平行于从吸引侧52到压力侧54的方向。而根据图13中的实施例,跨接管26e被定向为使其较长延伸120垂直于从吸引侧52到压力侧54的方向。

[0105] 图14以合并视图示出了在可选地实施的跨接管26f中的孔42、42'和在可选地实施的翼型14f的空腔壁34中的孔44、44'的截面位置。来自图14的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,跨接管26f以及翼型14f包括四个孔42、42'、44、44'。这些孔42、42'基本上分别布置在跨接管26f的相同水平高度上,或者孔44、44'基本上分别布置在翼型14f的空腔壁34的相同水平高度上。各水平高度是沿着图3中示出的截面IV-IV和V-V的平面。

[0106] 为了防止通过孔44、44'在翼型14f的吸引侧52与压力侧54之间的大的连通,必须特定地调节和/或选择组成部件的特性。例如,为了防止来自压力侧54的热气体通过孔44进入翼型14f并经由孔44'离开,必须使从跨接管26f出来的流动最小化。为孔44选择与孔44'相比不同的孔大小(较小)可能具有一些效果,但孔42、42'和44、44'之间的面积差连同跨接管26f的壁的压力降和跨翼型壁34的压力降将是在设计过程中必须小心选择的主导因素。

[0107] 图14的实施例的在吸引侧52的孔44'与在压力侧54的孔44之间的直接流动连通的风险可以通过图15中示出的实施例被最小化。在图15中,以合并视图示出了可选地实施的跨接管26g的孔42和可选地实施的翼型14g的空腔壁34中的孔44的截面位置。来自图15的实施例相对于根据图1至图5的实施例的不同之处在于,跨接管26g以及翼型14g包括四个孔42、44。这些孔42基本上分别布置在跨接管26g的相同水平高度上,或者孔44基本上分别布置在翼型14g的空腔壁34的相同水平高度上。各水平高度是沿着图3中示出的截面IV-IV和V-V的平面。此外,所有四个孔42将冷却介质的冷却流动在翼型14g的吸引侧52的方向上引

导。此外，空腔壁34中的所有四个孔44将冷却介质的冷却流动在翼型14g的压力侧54的方向上引导。

[0108] 通常，跨接管(包括多个)的孔(包括多个)和翼型(包括多个)的空腔壁的孔(包括多个)的所有示出的定向可以与各示出的空腔形状或定向组合。此外，翼型(包括多个)的空腔壁的孔(包括多个)的所有示出的特征可以分别附加地或可选地实施在内平台或其壁段处。

[0109] 应当注意的是，术语“包括”不排除其他元件或步骤，并且“一”或“一个”不排除多个。也可以将与不同实施例相关联地描述的元件组合。还应当注意的是，权利要求中的附图标记不应被解释为限制权利要求的范围。

[0110] 虽然发明通过优选实施例详细进行了图示和描述，但是本发明不受所公开的示例的限制，并且本领域技术人员可以由此导出其他变化而不脱离本发明的范围。

[0111] 本发明的一个重要方面是，在跨接管中的设置入口孔和出口孔的区域外侧可以没有孔。换言之，跨接管仅具有位于外平台20和内平台22中的一个或两者的0.2L内处的孔。在跨接管的至少0.6L中没有孔，优选地在跨接管的至少0.8L中没有孔，在跨接管的至少90%内没有孔。

[0112] 因此，本文所公开的跨接管和涡轮组件设计成跨热工作气体流动路径传输相对冷的冷却介质而不会引起显著的热拾取。如上所述，从一个平台空腔24至平台空腔24' (或反之亦然) 传到跨接管内的大部分冷却介质旨在冷却诸如涡轮机盘等的发动机组成部件而不是该涡轮组件。该跨接管和涡轮组件布置与并入有使用大部分冷却介质经由冲击喷射来冷却组成部件本身的冲击管的其他组成部件设计形成鲜明对比。在这些设计中很少或没有冷却介质被跨工作气体流动路径传递。

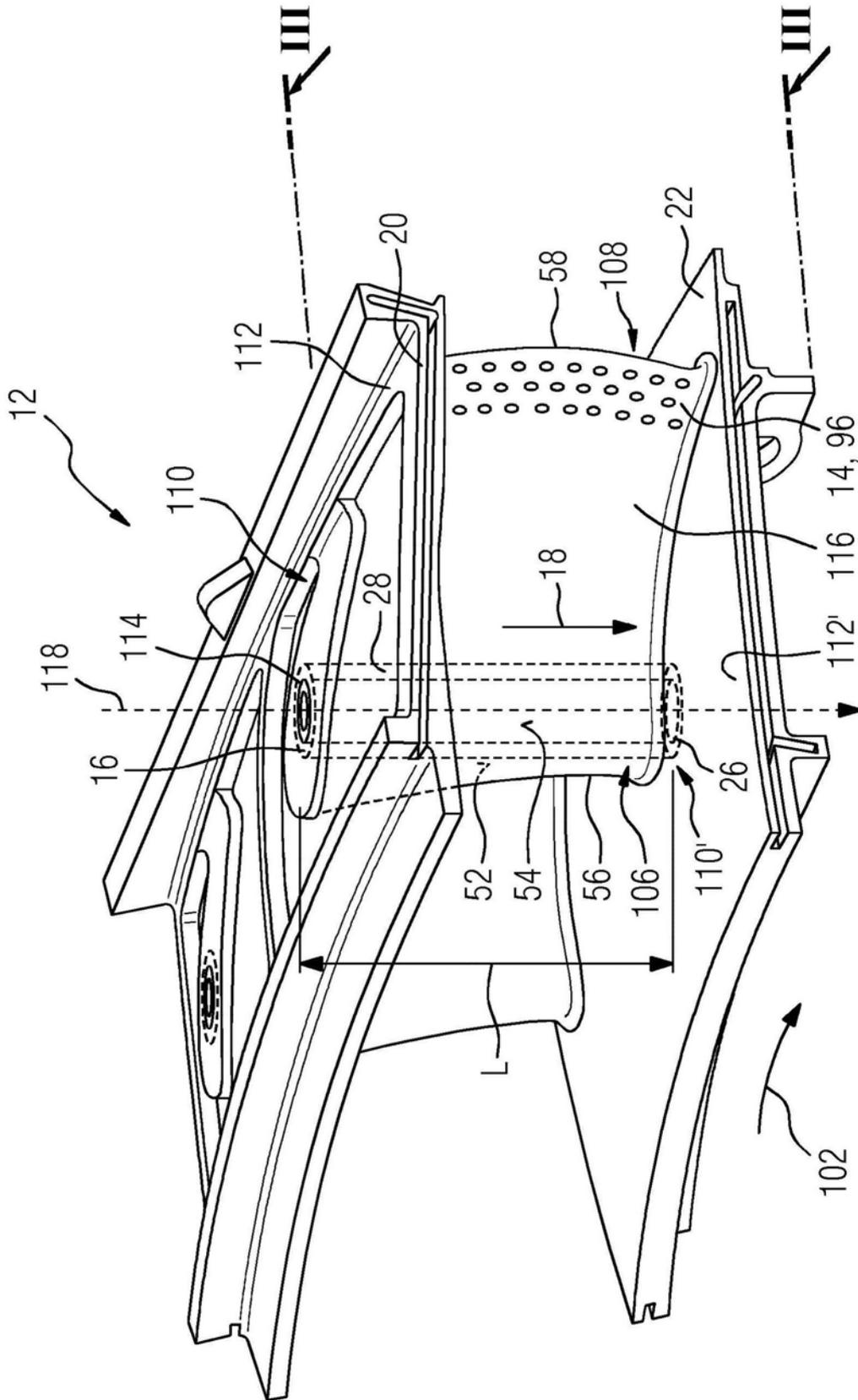


图2

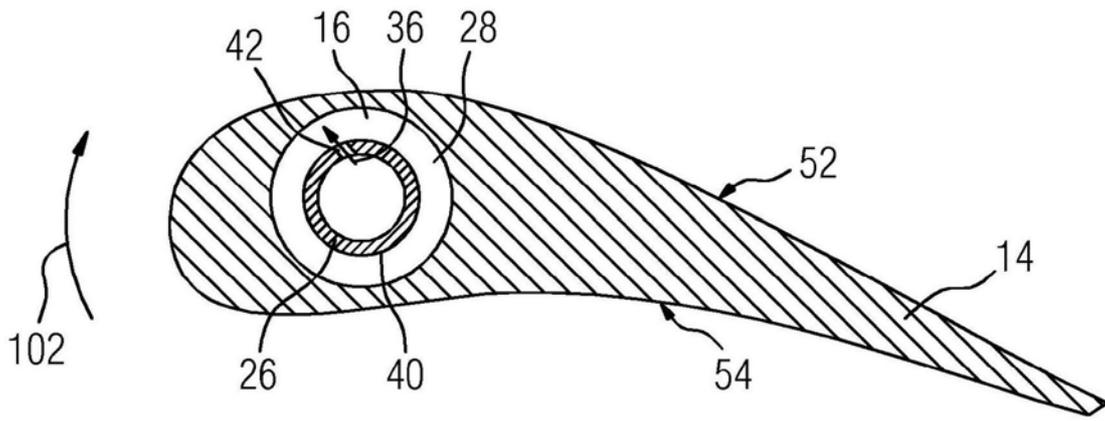


图4

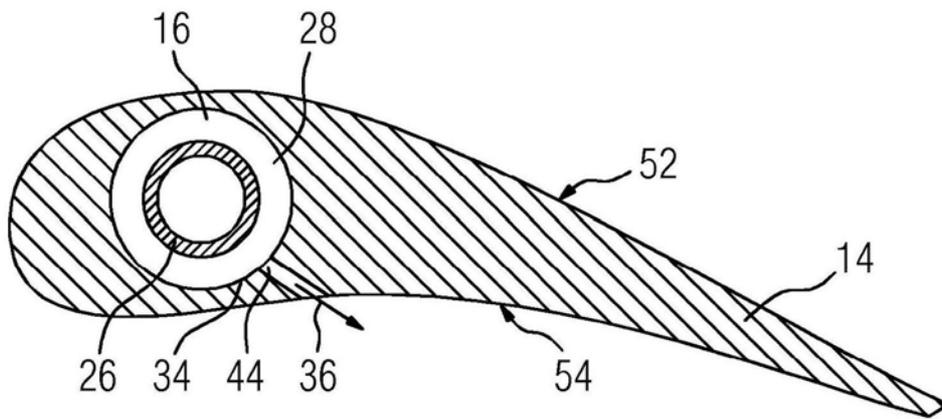


图5

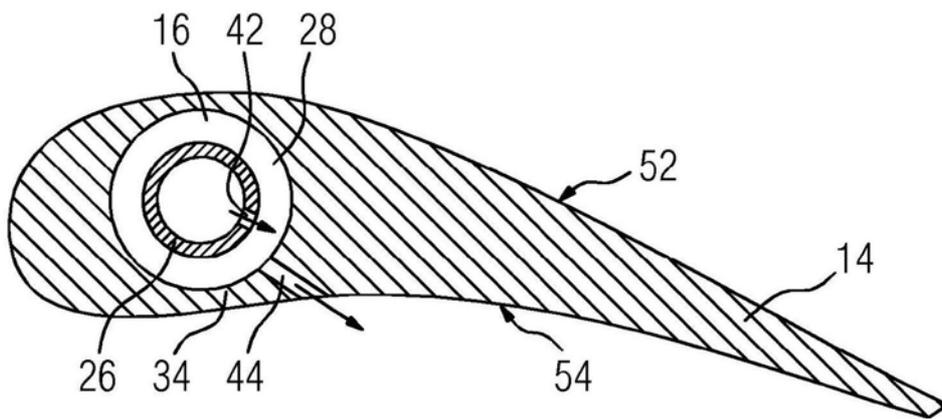


图6

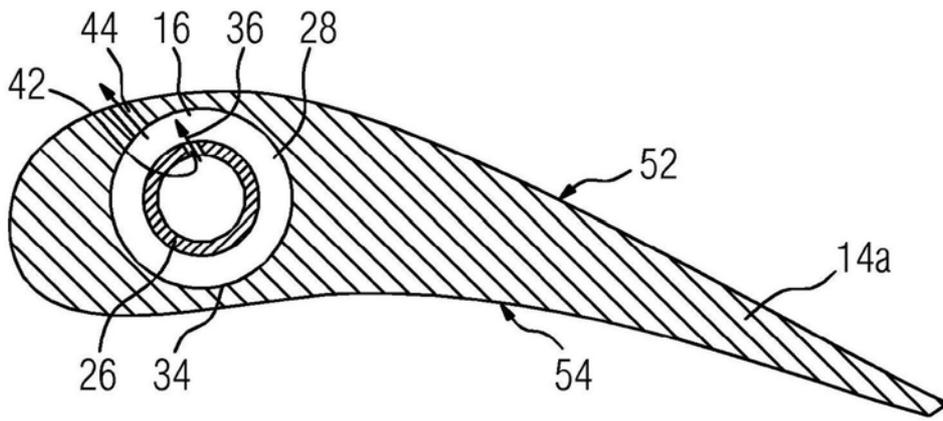


图7

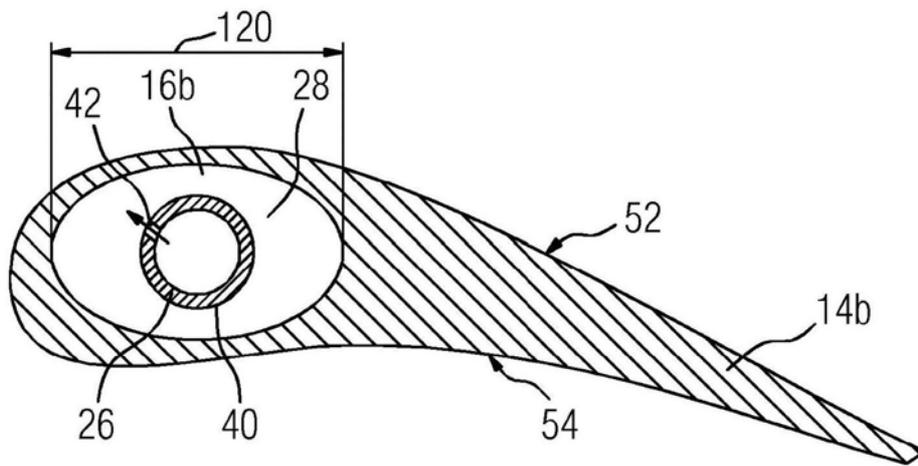


图8

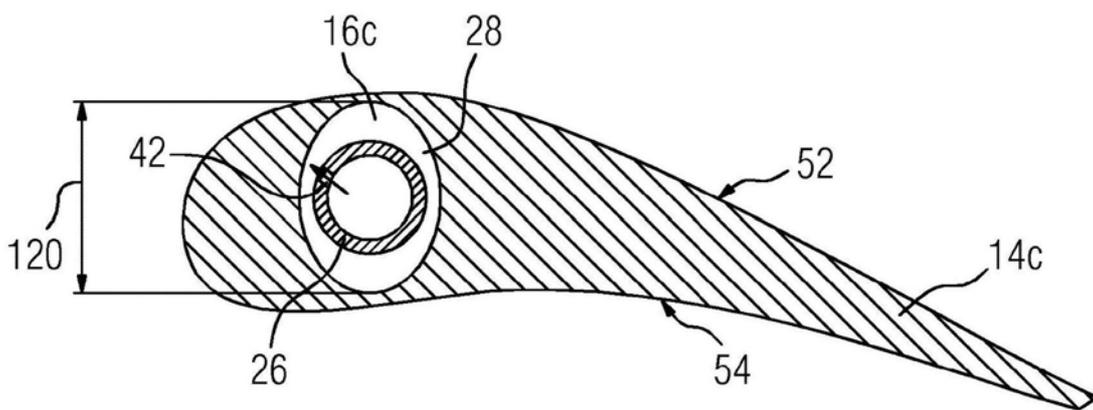


图9

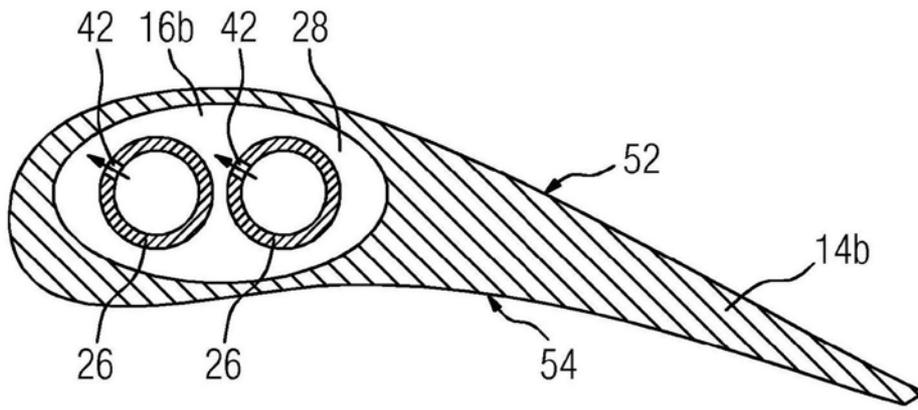


图10

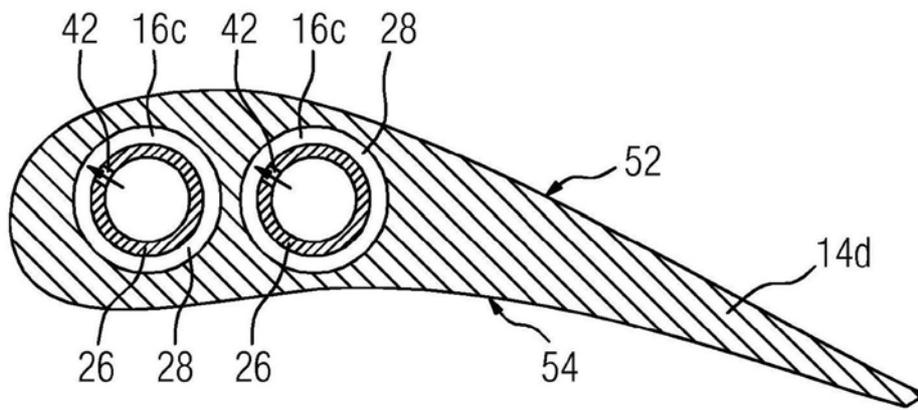


图11

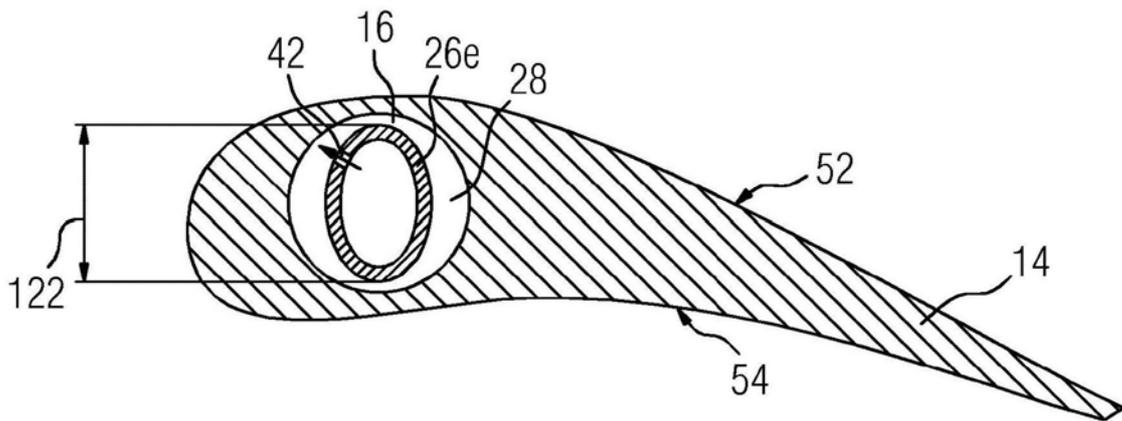


图12

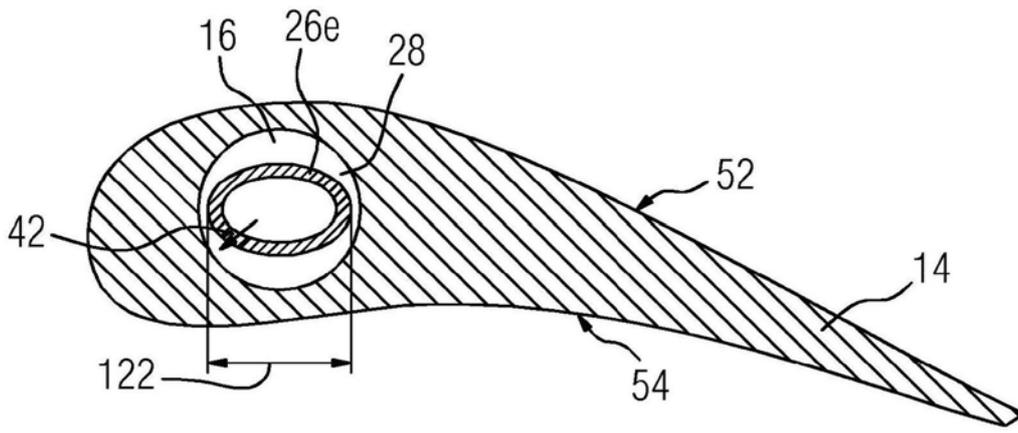


图13

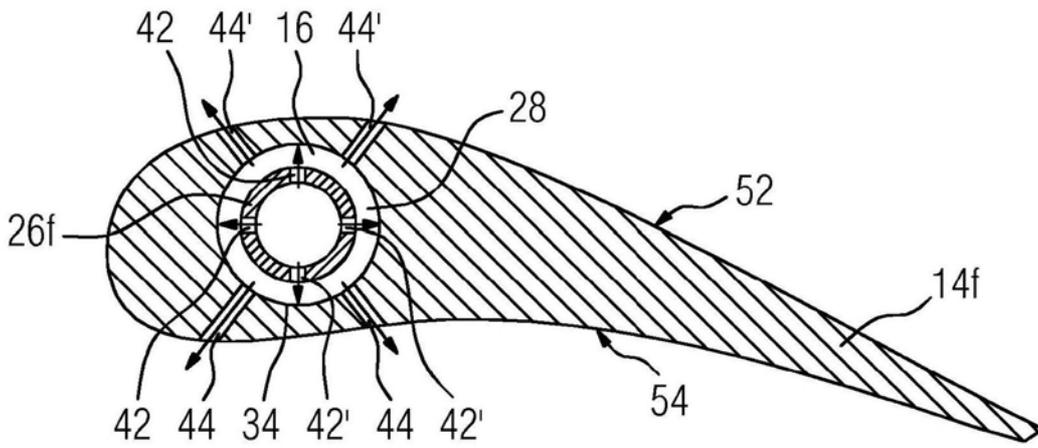


图14

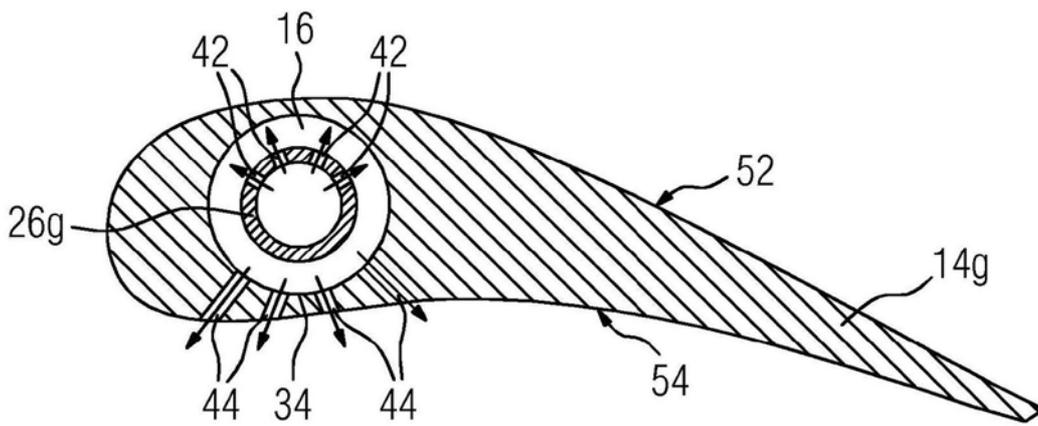


图15